海洋の可視化実現への取り組み（1／2）

艦艇装備研究所　海洋戦技術研究部　海洋戦闘指揮研究室

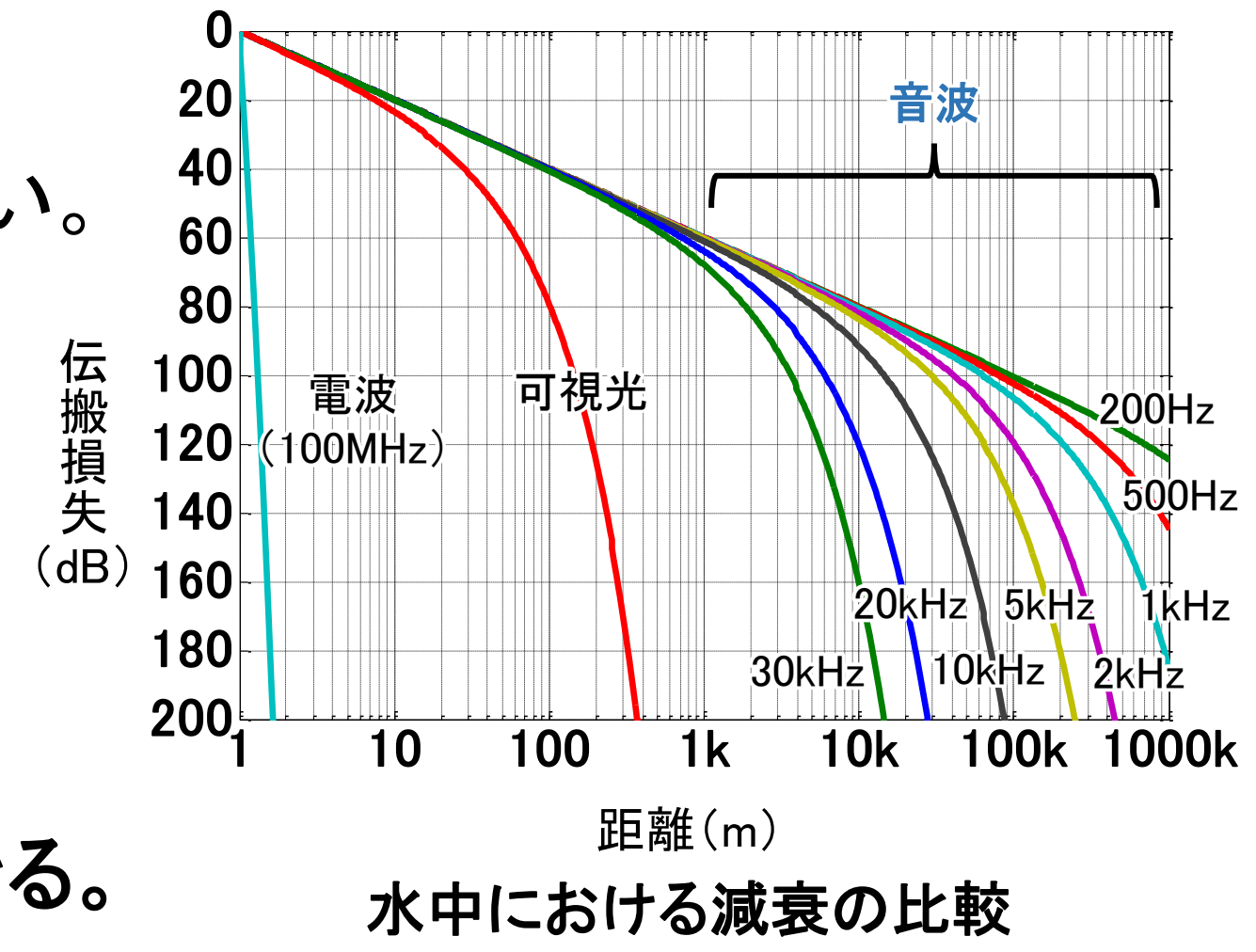
海洋の可視化とは何か

◆ 海中では光や電波がすぐに減衰するため、レーダや光学センサが（ほぼ）使えない。比較的減衰が少ない**音波**を主な情報収集の手段として利用。

◆ しかし、音波は海洋環境（水温、塩分、海底地形、海底地質等）により“伝わり度合い”が変化するため、音波の伝搬を正確に捉える必要がある。

◆ **「海洋の可視化」とは、目に見えない海洋環境を把握し、視覚化すること。**

➡ **「海洋の可視化」により、音波を使って海中の脅威を早期に発見することができる。**

水中における減衰の比較

水測予察計算が ”カギ”

◆ 海中の脅威の位置、運動等の状況の把握に最も頻繁に用いられるのがソーナー（SONAR（Sound Navigation and Rangingの略））。

◆ しかし、ソーナーが使用する音波は海中で複雑に曲がる性質があるため、音の発信源や位置を正確に把握することが難しい。

⇒「**どこにいれば脅威を見つけやすい**」「**どこにいれば脅威から見つかりにくい**」を把握することが重要（＝「**水測予察**」が重要）

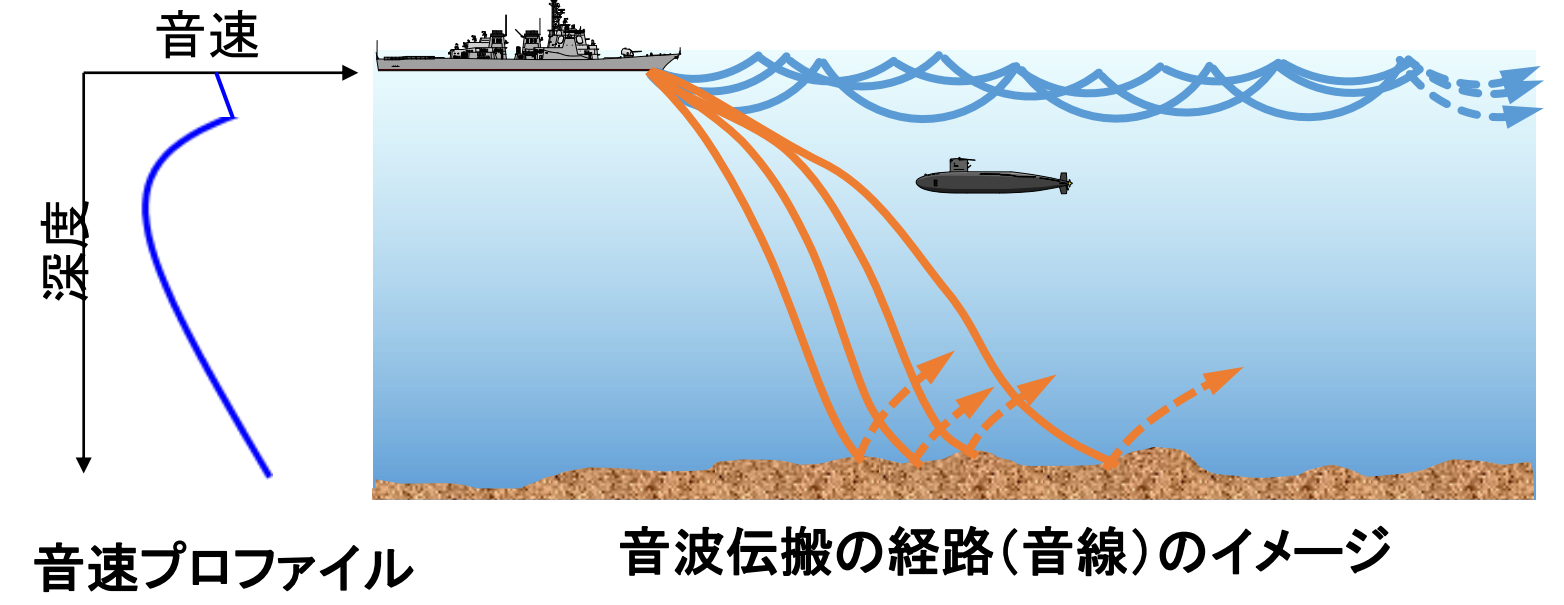
◆ **水測予察とは、海洋環境（水温、塩分、海底地形、海底地質等）の情報をもとに、音波の伝搬状況を計算し、ソーナーの探知領域を予測**すること。

◆ 海洋の可視化に不可欠な過程である水測予察計算の精度向上のため、以下の研究を実施している。

研究紹介①　洋上でのリアルタイム情報による音波伝搬状況の予測

研究紹介②　各艦艇による海底情報の自動収集

海中の音速の分布（音速プロファイル）で音波の伝搬、探知領域は大きく変わる

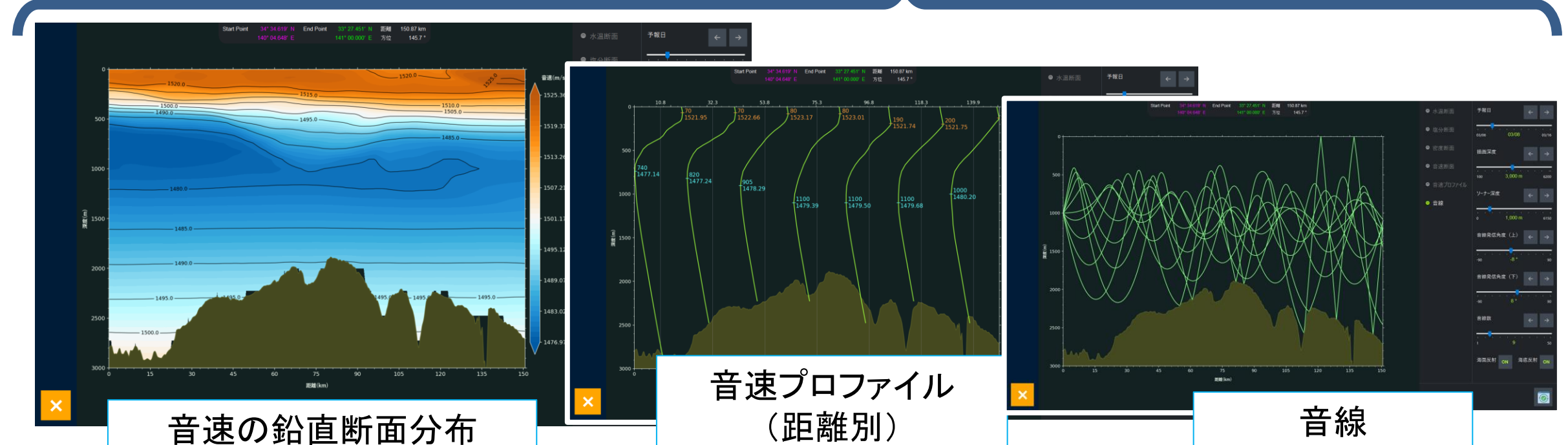
音速プロファイル　　音波伝搬の経路（音線）のイメージ

実際の海底は地質・地形が場所で変化し、単純なモデルでは現実との誤差が大

研究紹介①　洋上でのリアルタイム情報による音波伝搬状況の予測（デモあり）

◆ 海流・潮流・水温・塩分をはじめとする海洋環境の予報は、計算資源が充実している地上のスーパーコンピューターで実施されることが多く、洋上では出航時に入手した過去の予報情報を使うことが多かった。

◆ 本研究は、**各種研究機関や官公庁等が配信する公開情報を用いて、計算資源に乏しい洋上においても海洋環境情報を正確にユーザーに提供することを可能とした海洋可視化ツールをアジャイルに構築**し、部隊の任務に応じた情報が提示できるツールを狙う。

*GRIB2：WMO（世界気象機関）が定める二進形式（バイナリ）の通報式（観測点の気象状況を記号化して表現したデータ）

鉛直断面の始点と終点として任意の2点を選択

✓**確認したい情報の表示を直感的に操作可能**

海洋の可視化実現への取り組み（2／2）

艦艇装備研究所　海洋戦技術研究部　海洋戦闘指揮研究室

研究紹介②　各艦艇による海底情報の自動収集

◆ 水測予察計算に用いる海底地質情報は、直接計測することが困難であり、調査船による綿密な測定が必要不可欠である。

◆ しかし、調査船による測定は、観測情報の正確性が高い一方で、時間と労力が多大に必要なため観測点数が少なくなり海域全体としての海底地質データの解像度が低くなってしまう場合がある。

◆ 本研究は、海上自衛隊の艦艇に広く搭載されている<u>**音響測深儀*が受信する反射波形を分析することにより海底地質を自動判別**</u>し、地形情報を含む海底データの収集に貢献することで、時間と労力の削減、<u>**解像度の向上**</u>を目標としている。

***音響測深儀**：船底から海底までの距離（水深）を音響信号の反射により計測する機器

AI（機械学習）による推論

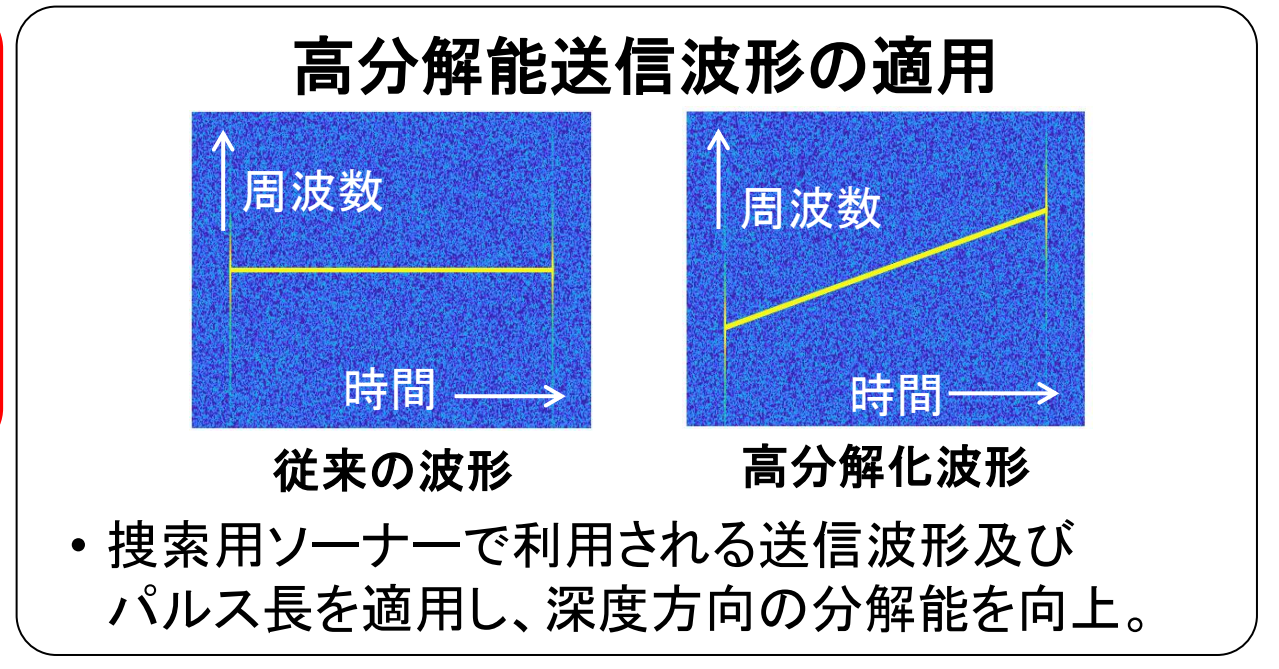
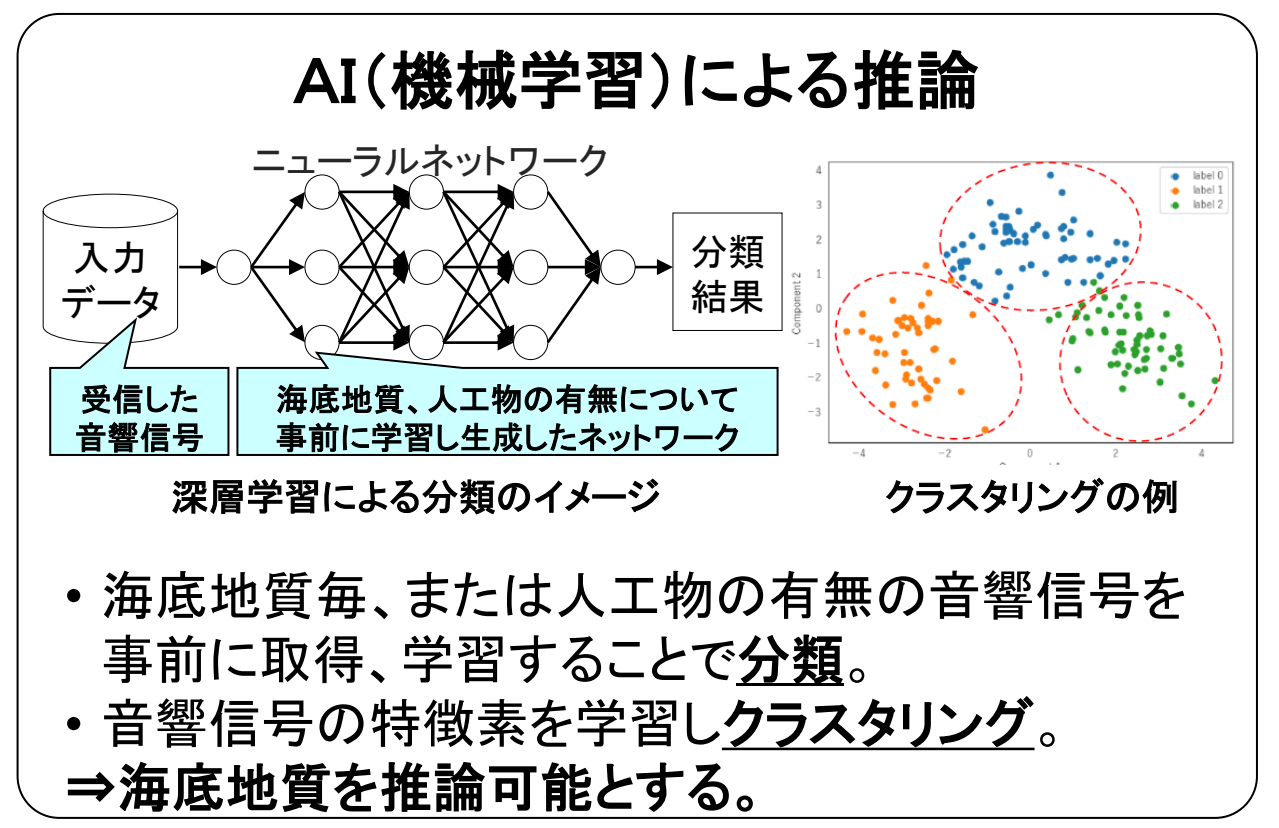
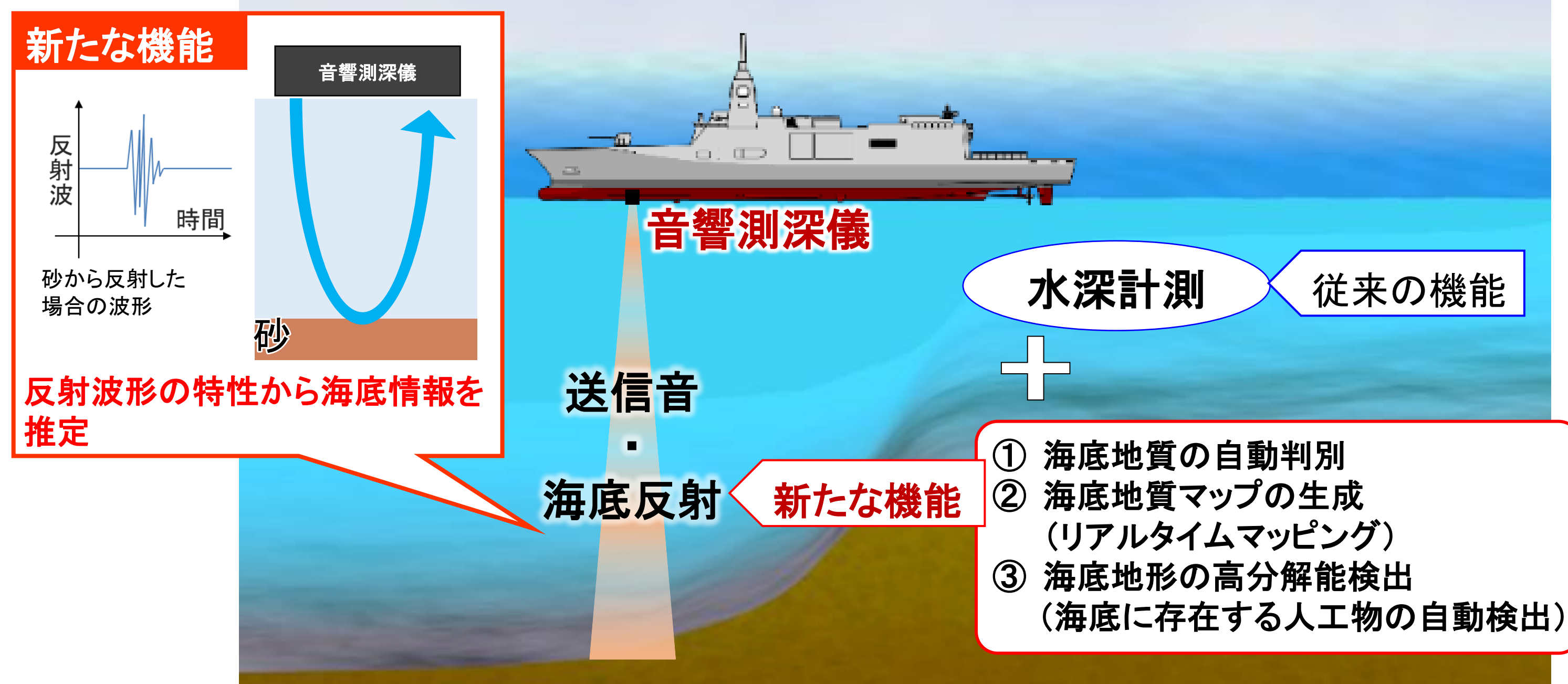
ニューラルネットワーク
入力データ
分類結果
受信した音響信号
海底地質、人工物の有無について事前に学習し生成したネットワーク
深層学習による分類のイメージ
クラスタリングの例

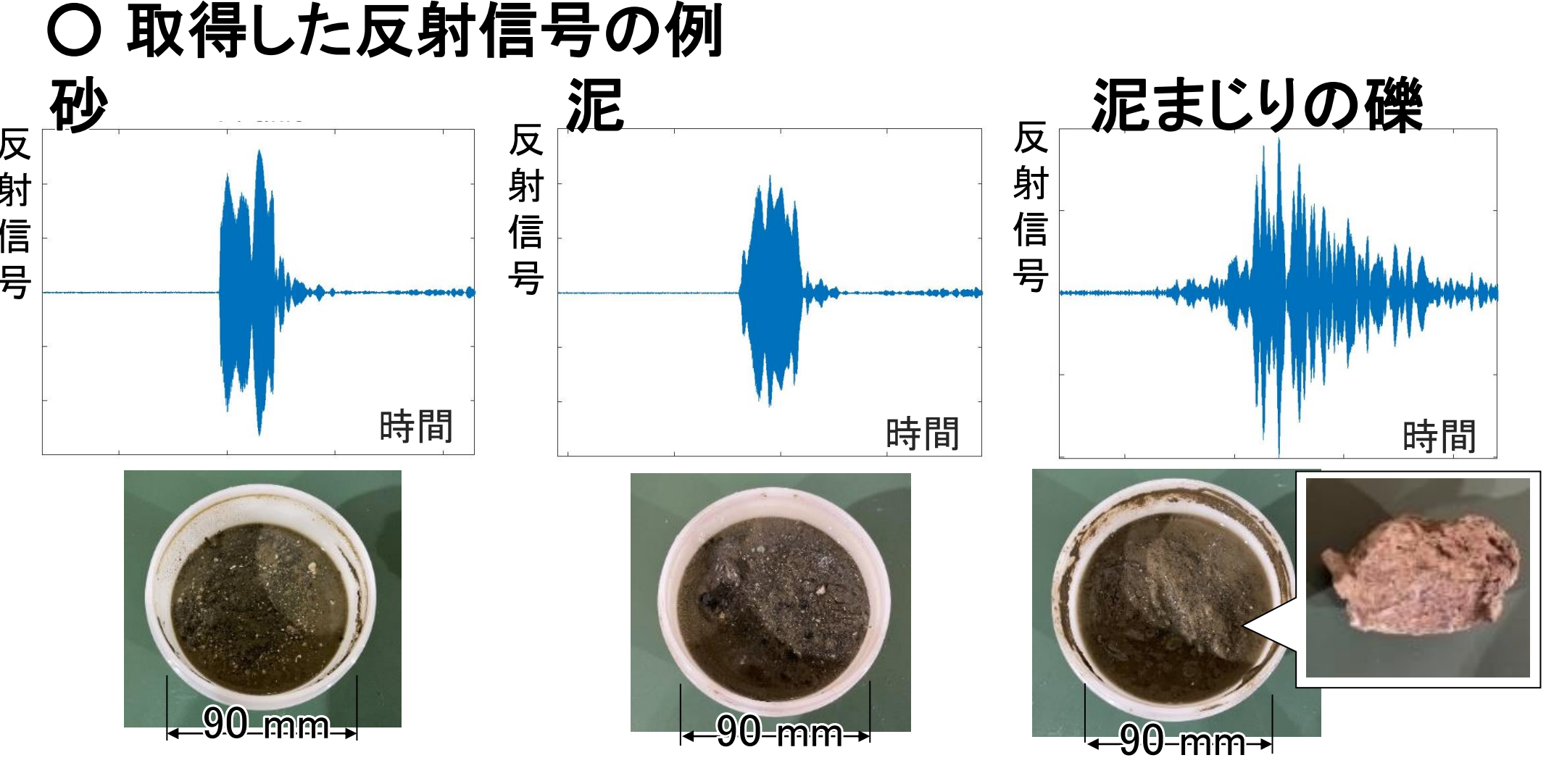
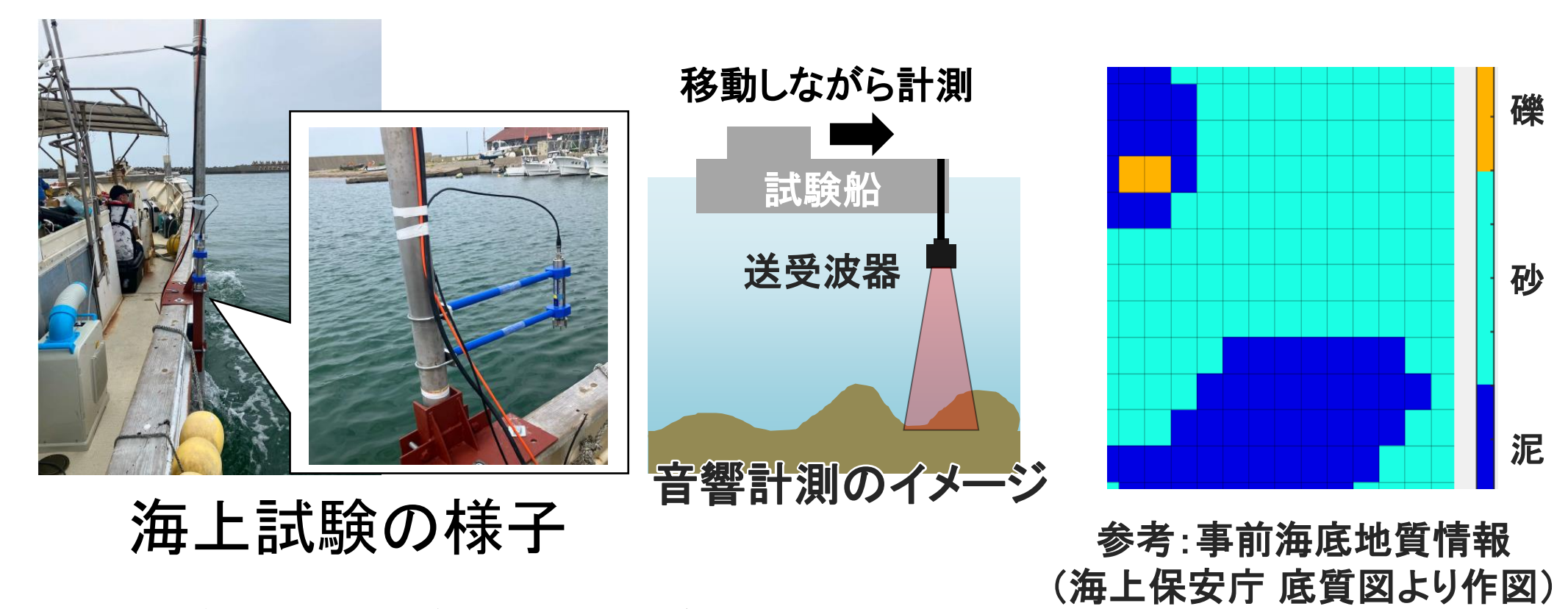
- 海底地質毎、または人工物の有無の音響信号を事前に取得、学習することで<u>分類</u>。
- 音響信号の特徴素を学習し<u>クラスタリング</u>。

⇒海底地質を推論可能とする。

高分解能送信波形の適用

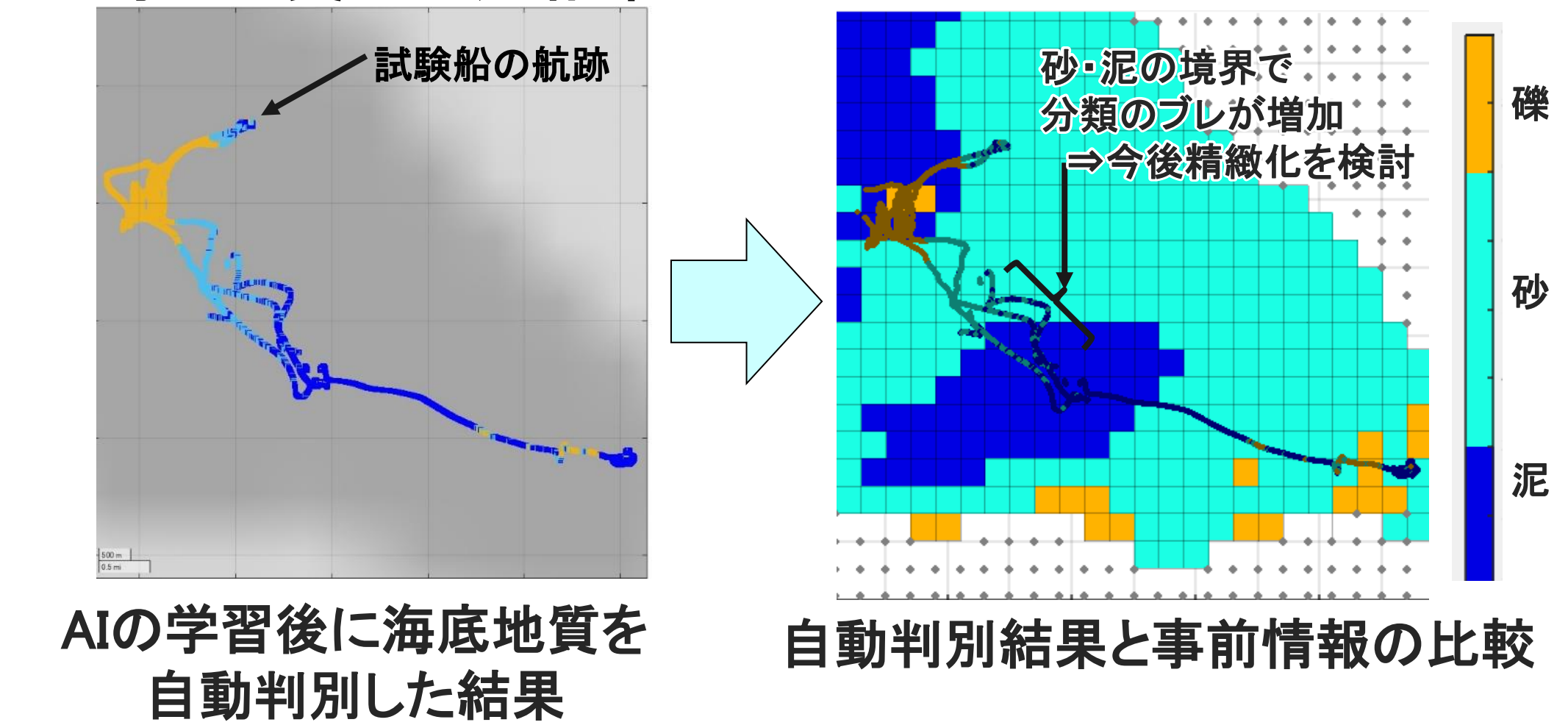
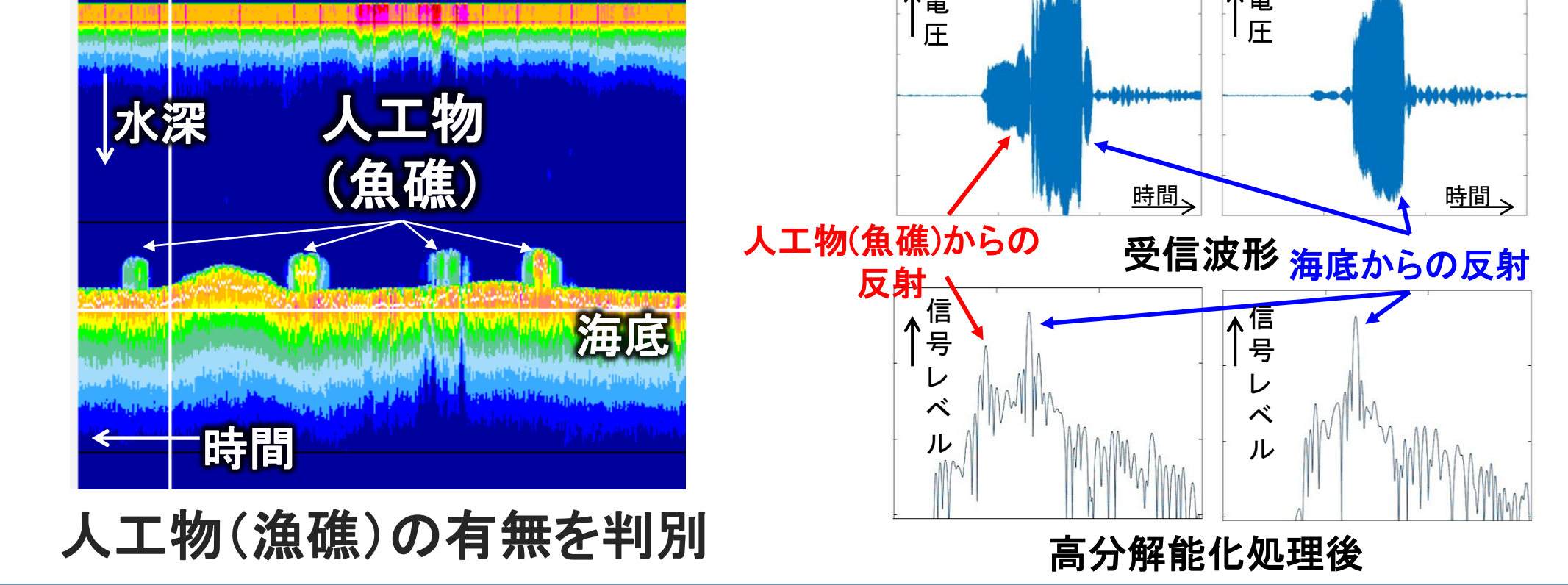
周波数
時間
従来の波形
高分解化波形

- 捜索用ソーナーで利用される送信波形及びパルス長を適用し、深度方向の分解能を向上。

➢ **従来は詳細な分析対象としていなかった音響測深儀の海底反射音の計測に対して右記の技術を適用し能力を追加する。**

◆実海域での試験の結果（一例）

○ 海底地質の判別結果

○ 送信波形高分解能化の結果

水深
人工物（魚礁）
海底
時間
人工物（漁礁）の有無を判別

人工物有
人工物無
電圧
時間
人工物(魚礁)からの反射
受信波形
海底からの反射
信号レベル
高分解能化処理後

まとめ

◆ 海洋の安全な航行や、水中の脅威を監視するためには、海中のセンシングに用いられるソーナーの運用のみならず、ソーナーが扱う音波の伝搬を正確に予測する水測予察計算の精度向上・高速化が必要不可欠である。

◆ ソーナーの探知性能の向上のみならず水測予察計算の精度向上において必要となる、海洋環境の正確な予報や海底地質情報の収集等の海洋情報に関連する研究の実施により、海洋の可視化の実現を目指していく。